

## SUR LA NATURE ET L'ORIGINE DE LA CROÛTE GYPSEUSE DITE «DEB DEB» DANS LES PALMERAIS DE L'OUEST DES ZIBAN

ABDESSELAM Salah<sup>\*(1)</sup> et TIMECHBACHE Mohamed Lakhdar<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Université Batna 1, Département des Sciences Agronomiques, ISVSA,  
Laboratoire d'Amélioration des Productions Agricoles  
et Protection des Ecosystèmes en Zones Arides LAPAPEZA.

<sup>(2)</sup>ITDAS Ain Benoui, Biskra

E-mail: [aksalah2001@yahoo.fr](mailto:aksalah2001@yahoo.fr)

**Résumé.-** Dans la zone Ouest des Ziban, une formation genre de carapace que l'usage local lui consacre le nom de deb deb s'est développée. Les travaux qui ont signalé sa présence ont toujours montré une confusion envers sa composition. Après avoir passé en revue les travaux qui ont trait à cette formation, il est démontré que cette dernière est une croûte gypseuse de nappe qui s'est développée dans des sédiments formés de limon calcaire et de sable quartzeux. Ces derniers subissent un envahissement par le gypse, suite à l'évaporation de la nappe phréatique saturée en cet élément, se traduisant par une désintégration et une dilution du matériau d'accueil.

**Mots clés :** Ziban, deb deb, croûte gypseuse, nature, origine.

### ABOUT THE NATURE AND ORIGIN OF GYPSUM CRUST SO-CALED «DEB DEB» IN THE WESTERN OASES OF ZIBAN.

**Abstract.-** In the western area of Ziban, a hardpan crust called locally deb deb was developed. The works, who reported this crust, always showed confusion to its composition. After having reviewed the archive data relating to this formation, we show that it is a crust gypsum deposits at water table level. It was developed in sediment containing calcareous silt and quartz sand that are invaded by the gypsum, following evaporation of the water table, resulting in disintegration and dilution of the primary material.

**Key words:** Ziban, deb deb, gypsum crust, nature, origin.

### Introduction

Les sols gypseux sont largement répandus dans les zones arides et semi arides du monde où la pluviométrie est inférieure à 400 mm et présentant une source de gypse. Ils occupent environ 7966.3 km<sup>2</sup> en Algérie ce qui représentent environ 12.2% des sols gypseux du monde [1]. Dans les zones arides et désertiques, le gypse s'individualise sous forme généralisée comme croûte et encroûtement. La croûte gypseuse a été décrite pour la première fois au Sahara en 1868 par PICCARD [2]. En Algérie, les sols présentant des accumulations gypseuses, ont été rapportés par plusieurs auteurs [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22]. Dans l'Ouest des Ziban, lorsqu'on traverse les palmerais du Zab-Dhahri tout au long de l'axe Ain Benoui, El-Hadjeb, Bouchegroun, Lichana, Tolga, on rencontre, souvent, une formation genre de carapace que l'usage local lui consacre le nom de deb deb. Les auteurs géologues et hydrogéologues qui ont signalé sa présence [23, 24, 25, 2, 3] ont montré toujours une confusion envers sa composition. Les auteurs pédologues qui ont travaillé dans cette région se réfèrent le plus souvent à la carte géologique de Biskra [26] qui décrit cette formation comme une croûte calcaréo-gypseuse

où notent tout simplement croûte gypso-calcaire ou parfois gypseuse [16, 27, 28, 29, 30].

Ce travail a pour objectif de passer en revue les travaux ayant trait avec cette formation d'une part et d'essayer d'enlever cette ambiguïté en vue de clarifier la nature de cette formation dite «deb deb» qu'on retrouve pratiquement dans tous les sols des Oasis de l'Ouest des Ziban.

## 1.- Présentation de la région d'étude

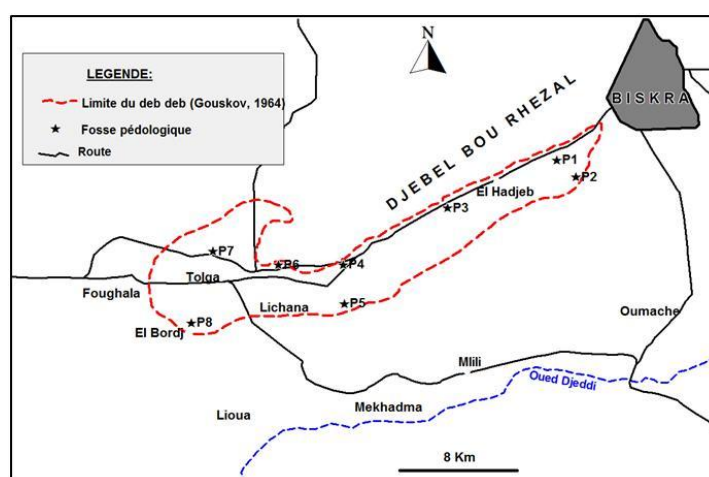
La zone d'étude est localisée à l'ouest de Biskra. Elle englobe les palmeraies de Tolga, Lichana, Bouchegroune et El Hadjeb (fig. 1). Du point de vue géomorphologique, la zone d'étude est un glacis encrouté formant le toit d'une nappe phréatique.

Le climat est caractérisé par une pluviosité annuelle très faible et très irrégulière, des températures moyennes assez élevées et une sécheresse estivale très prononcée et longue, une grande luminosité, une évaporation intense et des vents violents et desséchants. Tous ces facteurs déterminent une forte aridité.

## 2.- Matériel et méthodes

Le matériel d'étude consiste en une croûte genre de carapace que l'usage local lui consacre le nom de deb deb. La zone d'étude apparaît comme un glacis présentant une pente relativement importante, où la dénivellation peut avoisiner quelques dizaines de mètres. La présence d'une multitude de trous de plantation de palmiers sur le terrain avait facilité la localisation du deb deb dans la région.

La méthode adoptée consiste d'une part à la consultation de la documentation ancienne et récente se rapportant à l'étude de cette formation et d'autre part à l'observation des fosses pédologiques sur le terrain et à l'analyse de la croûte dite deb deb. L'échantillonnage de la croûte gypseuse «deb deb» s'est fait sur toute l'étendue de cette formation avec cinq fosses en amont et trois en aval (fig. 1).



**Figure 1.-** Limite du «deb deb» et localisation des fosses pédologiques

Il a été remarqué que dans la partie aval la nappe phréatique est parfois active ; morphologiquement, dans cette partie deux zones dans le deb deb se distinguent par la

couleur : la partie supérieure et la partie inférieure. Des déterminations des différents sels (calcaire, gypse, sels solubles) ont été effectuées, le calcaire par le Calcimètre Bernard, le gypse par gravimétrie [31], la conductivité électrique sur extrait de pâte saturée [32], le  $\text{pH}_{\text{eau}}$  sur une suspension 1:2.5.

### 3.- Résultats et discussion

#### 3.1.- Utilisation du terme «deb deb» dans la littérature

C'est un terme local qui désigne généralement une accumulation dure.

En Algérie, GUEY (1939), en étudiant le limes Romain dans la région de Biskra, avait écrit «la tranchée romaine avait été taillée en pleine épaisseur de ce calcaire gypseux que les indigènes appellent deb deb, parce qu'il résonne sous les sabots du cheval» [33]. MUSSET (1933) note, en décrivant les sols du Sahara: qu'il existe des formations superficielles ou fossiles en profondeur comme la croûte calcaire rocheuse (deb deb ou tafza) qu'il faut briser à la pioche ou à l'explosif avant de cultiver [34]. DURAND (1953) définit l'encroûtement gypseux au chott Echergui comme formation dite «deb deb» [3]. PIEDALLU (1934) note que le deb deb est une croûte gypseuse du Sahara, dans les Ziban, l'Oued Righ et dans le Souf, qu'il faut enlever à grands renforts de pioches, de masses et de coins ou à l'explosif agricole pour permettre les plantations de palmiers [35].

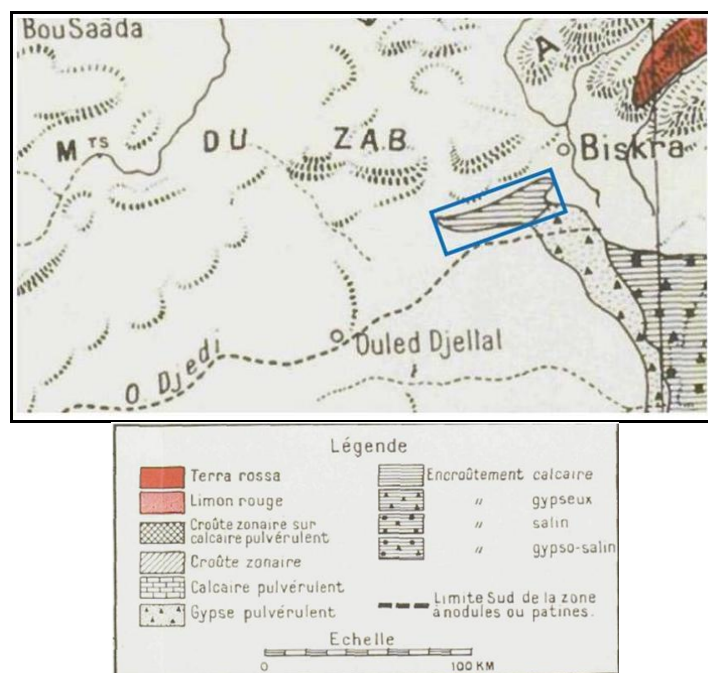
En Tunisie, BUREAU et ROEDERER (1960) définissent le «deb deb» comme «un encroûtement gypseux cristallisé se formant par concentration au sein d'une solution chargée en sulfate de calcium» [36]. De même, COQUE (1964) note aussi que le terme «deb deb» est une croûte gypseuse [37]. Dans le sud Tunisien, POUGET (1968), en étudiant les croûtes et encroûtements gypseux liés à l'évaporation d'une nappe phréatique salée à faible profondeur, fait remarquer que pour ces formations les termes de «Terch» ou «Deb deb» sont utilisés par l'usage local [38].

#### 3.2.- Travaux ayant signalé la formation étudiée dans la zone d'étude

Plusieurs auteurs avaient signalé le deb deb de la zone d'étude. Selon ANONYME (1937) «c'est un sol spécial appelé «deb deb» sorte de croûte gypso-calcaire, dépôt chimique plus ou moins superficiel, plus ou moins épais, formant le toit d'une nappe phréatique» [23]. Pour SAMSOEN (1941), le deb deb est composé par l'accumulation de sels contenus dans l'eau. C'est une croûte due à la concentration par évaporation de sels de l'eau, son épaisseur moyen est de 2 mètres» [24]. FLAUDRIN (1952) note que le sol est formé par une croûte d'évaporation calcaire ou gypseuse «deb deb» trop épaisse [25].

Cependant, c'est à GOUSKOV (1964), que se rapporte la plupart des travaux réalisés dans cette région. Sur la carte géologique du même auteur, le deb deb est bien individualisé par des contours nets. Il note dans la notice explicative de cette carte que la formation dite «deb deb» peut être rapportée au Quaternaire moyen mais dont le dépôt se poursuit sans doute encore de nos jours [26]. Le «deb deb» représente une formation calcaréo-gypseuse atteignant jusqu'à deux mètres d'épaisseur. Il est localisé tout autour de l'oasis de Tolga et des Oasis limitrophes. Au sud de Tolga, Bouchegroun, Lichana et jusqu'à la ferme d'Etat de l'Ain Ben Noui, le «deb deb» repose sur un dépôt sablo-argileux atteignant parfois 50 m d'épaisseur. Le terme «calcaréo-gypseuse» a été par la suite employé abusivement par la plupart des chercheurs ayant travaillé dans cette région.

DURAND (1953, 1959) avait établi une carte schématisant l'emplacement et l'étendue des gisements des divers types de croûtes (calcaires, gypseuses et salines). L'auteur, en étudiant les croûtes, avait décrit un profil au environ de Ain Benoui à la limite de l'emplacement du deb deb. Il a classé cette formation parmi les encroûtements calcaires en indiquant que sa composition est mixte «calcaréo-gypseux». Selon le même auteur, le profil décrit ici est celui d'un encroûtement mixte calcaire, gypseux et salin [3, 2]. Seul l'encroûtement calcaire s'est développé suffisamment pour consolider l'horizon dans lequel il a pris naissance. Par ailleurs, le deb deb a été incorrectement rapportée sur la carte des croûtes en Algérie comme étant un encroûtement calcaire (fig. 2).



**Figure 2.-** Extrait de la carte des croûtes en Algérie [2]  
(Site d'étude encadré en bleu)

### 3.3.- Nature de la formation dite deb deb de la zone d'étude

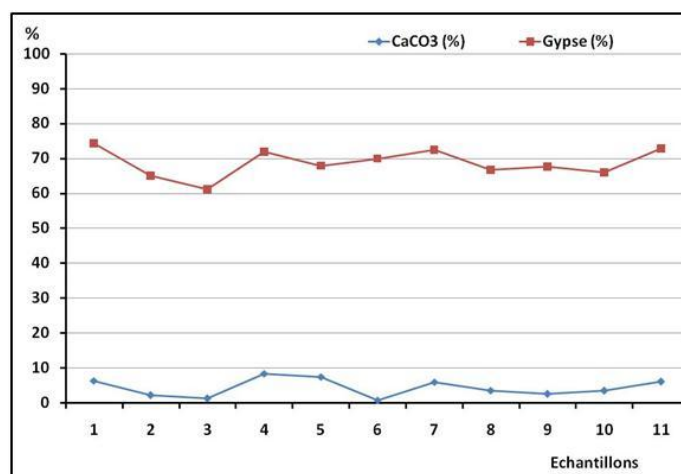
Morphologiquement, la croûte est très puissante, elle épouse toute la forme du glaciais, son épaisseur varie de 70 à 194 cm (tab. I). Elle ne présente pas de structure fragmentaire. Elle est compacte à très compacte. Sa consistance est variable selon son état d'humidité et sa réaction à l'HCl. Morphologiquement sur le terrain, la forme des cristallisations de gypse dans la croûte est indépendante du matériau originel. En effet, quelle que soit la texture du matériau parental (fin ou grossier), les individualisations du gypse dans le deb deb se manifestent sous forme microcristalline.

Le deb deb est une croûte gypseuse (la teneur moyenne du gypse est de 69%). Il est non calcaire (la teneur moyenne du calcaire est de 4%), il peut dans certaines circonstances être salé. Au niveau de la croûte gypseuse, le gypse se présente sous forme de microcristaux. Les teneurs sont remarquablement stables dans toute la zone de son extension. Les pourcentages sont très élevés et sont compris entre 61,2 et 74,4% (fig. 3 et tab. I).

**Tableau I.- Analyse des sels dans la croûte gypseuse de nappe dite «deb deb»**  
 (a: niveau supérieur du deb deb dans la zone où la nappe est toujours active,  
 b: niveau inférieur du deb deb dans la zone où la nappe est toujours active)

N° Echantillon	Profil	Profondeur du deb deb depuis la surface (cm)	Epaisseur du deb deb (cm)	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	Gypse (%)	CE dS/m
1	P1	30	170	7,9	6,4	74,4	4
2	P2a	48	47	7,8	2,2	65,03	3,39
3	P2b	/	147	7,9	1,3	61,23	3,29
4	P3	35	70	7,52	8,4	71,99	2,89
5	P4	15	165	7,71	7,5	67,96	7,88
6	P5a	5	80	8,1	0,8	69,96	50,2
7	P5b	/	100	7,55	6	72,48	5,65
8	P6	20	70	7,55	3,6	66,77	3,09
9	P7	15	77	8	2,6	67,71	45,4
10	P8a	24	93	7,9	3,5	65,99	3,63
11	P8b	/	100	7,8	6,1	72,84	3,57

Dans la partie amont du glacis, cette croûte est surmontée par une couche de sable gypseux de 15 à 35 cm d'épaisseur (tab. I). Cependant, dans les parties aval, là où la nappe phréatique est toujours en activité, plusieurs couches salées, de 24 à 48 cm d'épaisseur, se sont développées sur cette croûte. On peut trouver aussi une couche très mince et excessivement salée en surface avec la présence d'une végétation halophyte dense. Parfois les couches de surface ont été décapées suite aux travaux d'aménagement.



**Figure 3.- Répartition du gypse et du calcaire dans le deb deb**

### 3.4.- Origine du gypse dans la zone d'étude

Le gypse est absent des affleurements qui se localisent dans la région. L'eau des nappes et des sources constitue le principal agent de transport de sulfate de calcium, par contact direct avec les couches évaporitiques ou avec des couches renfermant ce minéral. Par conséquent, l'origine du gypse dans cette région est essentiellement hydrogéologique.

Cette situation est comparable à ce qui a été observé dans le Sud Tunisien [38].

La zone d'étude se localise en plein aire d'artésianisme de la nappe des calcaires de l'Eocène inférieur [39]. Ceci avait provoqué la formation d'une nappe phréatique dont l'alimentation est liée aux émergences artésiennes, qui apparaissent directement des affleurements du calcaire de l'Eocène, ou encore, filtraient à travers la couverture Plio-Quaternaire. La présence de sources, dans cette région, atteste l'existence de ces émergences artésiennes responsables de la salure et de l'humidité permanente que l'on y trouve.

Au début du 19<sup>ème</sup> siècle, avant l'apparition des forages, des sources importantes et multiples existaient à Bouchegroun, Tolga, Megloub.... Quatre-vingts sources actives, alimentant les oasis de cette zone, ont pu être dénombrées en 1900 [40]. Ainsi, la création d'Oasis dans cette région a été liée à l'existence de ces sources d'émergence remarquables par leur débit important et à faible fluctuation [23].

Les eaux de la nappe des calcaires sont sulfatés calciques et ceux de la nappe phréatique sont sulfatés mixtes [15, 41]. En traversant la couverture Plio-Quaternaire, les eaux de la nappe des calcaires de l'Eocène inférieur (forages et sources) alimentent la nappe phréatique qui, sous l'effet du climat très évaporant, se concentrent davantage et dépose le gypse dans le sol. Cet état de fait indique que ces formations sont des croûtes gypseuses de nappe comparable à ce qui a été décrit dans les zones arides [38, 42].

### **3.5.- Formation des accumulations gypseuses de nappe dans la région aride**

Ce type d'accumulation se produit par un processus qui intervient par mouvement «per ascensum» qui peut jouer pour trois raisons [42]:

- Une ETP>P la plus grande partie de l'année,
- Un niveau de la nappe proche de la surface,
- Plus généralement, une nappe saturée ou proche de la saturation vis-à-vis du gypse.

Toutes ses conditions se trouvent réunies dans la zone d'étude. De même, la réalité de ce mode de formation est suggérée par la présence de rose de sable à la base du profil [38, 42] ce qui a été vérifié sur le terrain.

HALITIM (1988) constate, pour la formation de croûte gypseuse de nappe, un envahissement de l'accumulation calcaire par le gypse se traduisant par une désintégration et une dilution du niveau calcaire. L'auteur a expliqué par plusieurs approches le processus par lequel le gypse envahit les matériaux pédologiques [42]. Le mécanisme de gypsification se caractérise par les faits suivants:

- les cristaux de gypse semblent repousser, fragmenter et diluer le fond matriciel calcitique.
- l'encroûtement gypseux coïncide avec une forte diminution de la teneur en quartz sans qu'il y ait apparition de figure de dissolution sur les cristaux de quartz. Par conséquent, le processus mis en œuvre lors de l'accumulation gypseuse serait une action mécanique de dilution de matériau d'accueil.

La formation de la croûte gypseuse dite «deb deb» dans la région d'étude rentre en conformité avec les hypothèses avancées par cet auteur. Cependant, dans ce cas le matériau d'accueil n'est pas une croûte calcaire mais des sédiments constitués essentiellement de quartz et de limon calcaire. Ces derniers, soumis à l'effet de la nappe phréatique sursaturée

en gypse, subit un envahissement par le gypse ce qui a provoqué, avec le temps, la formation du deb deb qui est une croûte gypseuse de nappe [41].

## Conclusion

Dans l'Ouest des Ziban, on rencontre souvent une croûte que l'usage local lui consacre le nom de deb deb. Les auteurs géologues, hydrogéologues et même pédologues qui ont signalé sa présence ont toujours montré une confusion envers sa composition. Cette croûte est formée dans des sédiments composés de quartz et de limon calcaire, sa teneur en gypse est de l'ordre de 70%. Le gypse provient de la nappe phréatique qui est alimentée par des émergences artésiennes provenant de la nappe des calcaires sous jacente. Sous l'effet du climat très évaporant, les eaux de la nappe phréatique se concentrent d'avantage et le gypse se dépose dans le sol ce qui a provoqué la formation de cette croûte gypseuse de nappe dont l'âge se rapporte au Quaternaire moyen.

## Références bibliographiques

- [1].- FAO., 1990.- Management of gypsiferous soils. Soil Bulletin n.62, Rome, 81 p.
- [2].- Durand J. H., 1959.- Les sols rouges et les croûtes en Algérie. S.E.S., Alger, 182 p
- [3].- Durand J. H., 1953.- Etude géologique, hydrogéologique et pédologique des croûtes en Algérie. S.E.S., Alger, 209 p
- [4].- Durand J. H., 1949.- Formation de la croûte gypseuse du Souf (Sahara). Compte rendu sommaire des sciences de la société géologique de France, 13: 303-305
- [5].- Belair P., 1954.- Sur l'origine des dépôts de sulfate de calcium actuels et anciens. Ac. des Sci.: 1059-1061
- [6].- Durand J. H., 1963.- Les croûtes calcaires et gypseuses en Algérie, formation et âge. Bull. Soc. Géol. Fr. (7) V: 959-968
- [7].- Dutil P., 1971.- Contribution à l'étude des sols et des paléosols du Sahara. Thèse d'état, Fac. Sci. Univ. de Strasbourg, 346 p
- [8].- SOGREA.H., 1971.- Etude pédoclimatique des palmeraies de l'Oued R'hir en vue de leur mise en valeur.
- [9].- Kulke H., 1974.- Zur geologie und mineralogie der kalk-und gipskrusten Algeriens. Geologische Rundschau, 63: 970-998
- [10].- Boyadgiev T. G., 1974.- Contribution to the knowledge of gypsiferous soils. AGON/SF/SYR/67/522. FAO, Rome.
- [11].- Dekkiche B., 1976.- Sur quelques sols à accumulation de gypse dans le Hodna. Sém. Sciences du sol, connaissance des sols du Maghreb 21-26 Avril, Ann. I.N.A., Alger, vol. VI, n° 1: 139-148
- [12].- Horta, J. C. De O.S., 1980.- Calcrete, gypcrete and soil classification in Algeria. Engineering Geology, 15: 15-52.

- [13].- Pouget M., 1980.- Les relation sol-végétation dans les steppes Sud Algéroises. Trav. et Doc. ORSTOM, 116, 555 p
- [14].- Halitim A., 1985.- Contribution à l'étude des sols arides (Hautes Plaines Steppique de l'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols. Thèse Univ. de Rennes, 384 p
- [15].- Abdesselam S., 1998.- Contribution à l'étude des sols gypseux au Nord-Est du Sahara Algérien. Caractérisation et genèse. Cas des Oasis de Tolga (région des Ziban). Mém. Magister INA El-Harrach, 147 p.
- [16].- Bensaïd R., 1999.- Les sols à accumulations gypso-calcaires dans la région de Ain Benoui (Biskra). Ann. I.N.A., vol. 20, n°1 et 2: 1-8
- [17].- Hamdi Aïssa B., 2001.- Le fonctionnement actuel et passé de sols du Nord Sahara (Cuvette de Ouargla). Approches micromorphologique, géochimique, minéralogique et variabilité spatiale. Thèse doc. INA Paris-Grignon, 308 p.
- [18].- Bernou S., 1997.- Contribution à la création d'une banque de données pédologique des sols gypseux de l'Algérie du Nord. Mém. Ing. I.N.A., El-Harrach, 49 p
- [19].- Berkal I., 2006.- Contribution à la connaissance des sols du Sahara d'Algérie. De la base de données à la valorisation des paramètres pédologiques. Mém. Mag. INA El Harrach, 221 p.
- [20].- Ouamer-Ali K., 2009.- Contribution a l'étude des sols gypseux d'Algérie. Valorisation d'une banque de données et détermination des profils références. Mém. Mag. INA El Harrach, 151 p.
- [21].- Rahmouni A., et Djili K., 2012.- Morphologie et propriétés des gypsisols Références du Hodna (Géochimie, eau et environnement). 2<sup>ème</sup> colloque international sur la géologie du sahara-Ressources minérales, en hydrocarbures et en eau. 3-5 Dec. Université de Ouargla. Proceeding, vol. 1 géologie fondamentale: 182-188.
- [22].- Youcef F., Hamdi Aïssa B., Bouhadja M., et Lamini Kh., 2014.- Sur l'origine des croûtes gypseuses du Sahara septentrional algérien: cas de la région de Ouargla. Algerian Journal of Arid Environment. Vol. 4, n° 2 : 41-49.
- [23].- Anonyme., 1937.- Notice explicative des cartes géologiques au 500.000<sup>e</sup> Constantine-Nord Constantine-Sud. Bull. Ser. Carte Géol. de l'Algérie. 176 p .
- [24].- Samsoen M., 1941.- Les eaux souterraines dans les territoires du Sud. Bull. Serv. Carte Géol. de l'Algerie, 3<sup>ème</sup> Série, Géologie Appliquée, 6<sup>e</sup> fascicule, 164 p .
- [25].- Flandrin J., 1952.- Les chaines atlasiques et la bordure Nord du Sahara. Aperçu d'ensemble. Monographies régionales 1<sup>e</sup> Série, Algérie n°14, 81 p.
- [26].- Gousskov N., 1964.- Notice explicative de la carte géologique de Biskra au 1/200000. Publ. Service géol., Algérie, 13 p



- [27].- Rouahna H., 2007.- Relation entre les nappes et la salinité dans les sols gypseux de la région de Ain Ben Noui-biskra. Thèse Mag. Université de Batna, 83 p.
- [28].- Hiouani F., 2007.- Influence de la teneur en gypse et de la taille de ses grains sur la capacité de rétention en eau sur les sols de la zone de Ain Benoui –Biskra. Mém. Mag. Université de Batna, 136 p.
- [29].- Tir Ch., 2007.- Genèse des sols à accumulation gypso-calcaire et saline, dans la région de Ain Ben Noui (Biskra). Thèse Mag. INA, El Harrach, 105 p.
- [30].- Mostephaoui T., et Bensaid R., 2014.- Caractérisation des sols gypseux dans les zones arides par télédétection. Cas du sous-bassin versant d'oued djedi-biskra. *Lebanese Science Journal*, vol. 15, n°1: 99-115
- [31].- Coutinet S., 1965.- Méthodes d'analyse utilisables pour les sols salés, calcaires et gypseux. *Agronomie Tropicale*, 12 : 1242-1253.
- [32].- USSLS., 1954.- Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA handbook n°60, 160 p.
- [33].- Guey J., 1939.- Note sur le limes romain de Numidie et le Sahara au IV<sup>e</sup> siècle. *Mélanges d'archéologie et d'histoire*, T. 56: 178-248.
- [34].- Musset R., 1933.- Les ressources végétales du Sahara In: *Annales de Géographie*. 1933, T. 42, n°240: 651-655.
- [35].- Piédallu A., 1934.- Le Dattier, l'Engrais, l'Explosif. In: *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*. 12<sup>e</sup> année, bulletin n°127: 188-195.
- [36].- Bureau P., et Roederer P., 1961.- Contribution à l'étude des sols gypseux de la partie Sud du Golf de Gabes. *Bull. Ass. Fr. Etude sols n° spécial* : 150-176
- [37].- Coque R., 1964.- A propos des croûtes gypseuses de la Tunisie méridionale In: *Annales de Géographie*. 1964, T. 73, n°395 : 82-86.
- [38].- Pouget M., 1968.- Contribution à l'étude des croûtes et encroûtements gypseux de nappe dans le Sud Tunisien. *Cah. ORSTOM Sér. Pédol.*, 6: 309-365.
- [39].- Mauget G., 1967.- Etude de la nappe de Tolga. Etude S.E.S n° 25.25/DH.1, G.R.H.A., Constantine, 40 p
- [40].- Nesson C., 1978.- L'évolution des ressources hydrauliques dans les Oasis du bas Sahara Algérien. In *recherches sur l'Algérie*. Ed. C.N.R.S., Paris: 7-99
- [41].- Abdesselam S., 2013.- Les formations gypseuses au nord ouest des Ziban. 3<sup>ième</sup> journées sur l'agriculture et l'environnement en régions arides, 8-9 octobre, Université de Biskra.
- [42].- Halitim A., 1988.- Sols des régions arides d'Algérie. O.P.U., Alger. 384 p.